



Álgebra relacional

Franco Guidi Polanco

Escuela de Ingeniería Industrial
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile
fguidi@ucv.cl

Revisión: 8 de Mayo de 2006

Álgebra Relacional

- ❖ Modelo desarrollado por Codd para la manipulación del contenido de una instancia de la BD, con el fin de extraer datos de interés.
- ❖ Define un conjunto de operadores que toman "relaciones" como operandos, y retornan otra "relación" como resultado.
- ❖ Principales operadores:
 - Unarios:
 - Selección o Restricción (σ)
 - Proyección (Π)
 - Redenominación (ρ)
 - Binarios:
 - Unión (\cup)
 - Intersección (\cap)
 - Diferencia ($-$)
 - Producto cartesiano (\times)
 - Join (\bowtie)
 - División ($/$) (no se estudiará en este curso)

Franco Guidi Polanco

2

Propiedad de cierre

- ❖ Propiedad de "cierre": el resultado de la aplicación de cualquiera de los operadores del álgebra relacional sobre una o más relaciones, es también una relación.
- ❖ Consecuencia de la propiedad de cierre: los operadores del álgebra relacional permiten la construcción de expresiones compuestas.

Franco Guidi Polanco

3

Semántica de los Operadores del Álgebra Relacional: Unión

- ❖ Unión (\cup): dadas dos relaciones A y B del mismo tipo, la unión de ambas relaciones, escrita como $A \cup B$, es una relación del mismo tipo, que contiene las tuplas t tal que que t pertenece a A , a B o a ambas.

A

Parte	Nombre	Material
P5	Perno	Acero
P7	Tuerca	Acero
P9	Clavo	Titanio

B

Parte	Nombre	Material
P7	Tuerca	Acero
P3	Cáncamo	Plástico

$A \cup B$

Parte	Nombre	Material
P5	Perno	Acero
P7	Tuerca	Acero
P9	Clavo	Titanio
P3	Cáncamo	Plástico

Franco Guidi Polanco

4

Semántica de los Operadores del Álgebra Relacional: Intersección

- ❖ Intersección (\cap): dadas dos relaciones A y B del mismo tipo, la intersección de ambas relaciones, escrita como $A \cap B$, es una relación del mismo tipo, que contiene las tuplas t tal que que t pertenece tanto a A , como a B .

A	Parte	Nombre	Material
	P5	Perno	Acero
	P7	Tuerca	Acero
	P9	Clavo	Titanio

B	Parte	Nombre	Material
	P7	Tuerca	Acero
	P3	Cáncamo	Plástico

$A \cap B$			
Parte	Nombre	Material	
P7	Tuerca	Acero	

Semántica de los Operadores del Álgebra Relacional: Diferencia

- ❖ Diferencia ($-$): dadas dos relaciones A y B del mismo tipo, la diferencia de ambas relaciones, escrita como $A - B$ (en este orden), es una relación del mismo tipo, que contiene las tuplas t tal que que t pertenece a A , pero no a B .

A	Parte	Nombre	Material
	P5	Perno	Acero
	P7	Tuerca	Acero
	P9	Clavo	Titanio

B	Parte	Nombre	Material
	P7	Tuerca	Acero
	P3	Cáncamo	Plástico

$A - B$			
Parte	Nombre	Material	
P5	Perno	Acero	
P9	Clavo	Titanio	

Semántica de los Operadores del Álgebra Relacional: Redenominación

- ❖ Redenominación (ρ): dada la relación A , con atributos $\{X_1, X_2, \dots, X_n, Y_1, Y_2, \dots, Y_m\}$ y el conjunto de atributos $\{Z_1, Z_2, \dots, Z_n\}$, la redenominación de los atributos de A , escrito como $A_{X_1 X_2 \dots X_n \leftarrow Z_1 Z_2 \dots Z_n}$, es la relación que contiene los atributos $\{Z_1, Z_2, \dots, Z_n, Y_1, Y_2, \dots, Y_m\}$, tal que sus tuplas son las tuplas de A , donde Z_i contiene el valor de X_i , para $i=1, \dots, n$.

A	Parte	Nombre	Material
	P5	Perno	Acero
	P7	Tuerca	Acero
	P9	Clavo	Titanio

$\rho_{\text{Parte, Material} \leftarrow \text{Código, Metal}}(A)$			
Código	Nombre	Metal	
P5	Perno	Acero	
P7	Tuerca	Acero	
P9	Clavo	Titanio	

Semántica de los Operadores del Álgebra Relacional: Producto Cartesiano

- ❖ Producto cartesiano (\times): dadas dos relaciones A y B , el producto cartesiano de ambas relaciones, escrito como $A \times B$, es una relación que tiene como esquema la unión de los esquemas de A y B , y cuyas tuplas son el conjunto de todas las parejas constituidas combinando cada tupla de A con cada tupla de B .
- ❖ En caso de existir atributos comunes entre A y B , es necesario primero redenominarlos adecuadamente.

Semántica de los Operadores del Álgebra Relacional: Producto Cartesiano (cont.)

A

Parte	Nombre	Material
P5	Perno	Acero
P6	Cáncamo	Bronce

B

Mercado	País
M1	USA
M2	UE
M3	China

A x B

Parte	Nombre	Material	Mercado	País
P5	Perno	Acero	M1	USA
P5	Perno	Acero	M2	UE
P5	Perno	Acero	M3	China
P6	Cáncamo	Bronce	M1	USA
P6	Cáncamo	Bronce	M2	UE
P6	Cáncamo	Bronce	M3	China

A x A (Notar red denominación implícita)

A1.Parte	A1.Nombre	A1.Material	A2.Parte	A2.Nombre	A2.Material
P5	Perno	Acero	P5	Perno	Acero
P5	Perno	Acero	P6	Cáncamo	Bronce
P6	Cáncamo	Bronce	P5	Perno	Acero
P6	Cáncamo	Bronce	P6	Cáncamo	Bronce

Semántica de los Operadores del Álgebra Relacional: Selección

- ❖ Selección (σ): dada una relación A y un predicado p bien definido, la selección de la relación A dado p , escrito como $\sigma_p(A)$, es una relación del mismo tipo, que contiene las tuplas t de A tal que p es verdadero para esas tuplas. El predicado es una expresión booleana compuesta por confrontaciones entre atributos de A o de atributos de A con literales

A

Parte	Nombre	Material
P5	Perno	Acero
P7	Tuerca	Acero
P9	Clavo	Titanio

$\sigma_{\text{Material} = \text{'Acero'}}(A)$

Parte	Nombre	Material
P5	Perno	Acero
P7	Tuerca	Acero

Semántica de los Operadores del Álgebra Relacional: Selección (cont.)

B

Parte	Nombre	Material	Productor	Stock bodega	Stock en tránsito
P5	Perno	Acero	ABC	5.000	10.000
P7	Tuerca	Acero	XYZ	24.000	0
P9	Clavo	Titanio	ABC	9.000	2.000

$\sigma_{\text{Stock bodega} > \text{Stock en tránsito}}(B)$

Parte	Nombre	Material	Productor	Stock bodega	Stock en tránsito
P7	Tuerca	Acero	XYZ	24.000	0
P9	Clavo	Titanio	ABC	9.000	2.000

Semántica de los Operadores del Álgebra Relacional: Proyección

- ❖ Proyección (Π): dada la relación A que contiene los atributos definidos en el conjunto M , la proyección de A sobre los atributos definidos en el conjunto $N = \{X, Y, \dots, Z\}$, con $N \subseteq M$, escrito como $\Pi_{X,Y,\dots,Z}(A)$, es otra relación conteniente:
 - La estructura de A , tras la remoción de los atributos no presentes en N .
 - Las tuplas de A , con los valores originales asociados a los atributos resultantes.

La proyección debe preservar la propiedad de cierre (i.e. su aplicación debe generar otra relación), por tanto del resultado deben eliminarse eventuales tuplas repetidas.

Semántica de los Operadores del Álgebra Relacional: Proyección (cont.)

B

Parte	Nombre	Material	Productor	Stock bodega	Stock en tránsito
P5	Perno	Acero	ABC	5.000	10.000
P7	Tuerca	Acero	XYZ	24.000	0
P9	Clavo	Titanio	ABC	9.000	2.000

$\Pi_{\text{Parte, Nombre, Stock bodega}}(B)$

Parte	Nombre	Stock bodega
P5	Perno	5.000
P7	Tuerca	24.000
P9	Clavo	9.000

$\Pi_{\text{Material}}(B)$

Material
Acero
Titanio

Semántica de los Operadores del Álgebra Relacional: Natural Join

- ❖ Natural Join (\bowtie): dadas las relaciones A y B, con atributos $\{X_1, X_2, \dots, X_n, Y_1, Y_2, \dots, Y_n\}$ y $\{Y_1, Y_2, \dots, Y_n, Z_1, Z_2, \dots, Z_n\}$ respectivamente, es decir, (sólo) con Y_1, Y_2, \dots, Y_n como atributos comunes entre ambas relaciones, el natural join de A y B, escrito como $A \bowtie B$, es la relación conteniente los atributos $\{X_1, X_2, \dots, X_n, Y_1, Y_2, \dots, Y_n, Z_1, Z_2, \dots, Z_n\}$ y el conjunto de todas las tuplas tales que los valores de sus atributos $X_1, X_2, \dots, X_n, Y_1, Y_2, \dots, Y_n$ son tuplas de A, y los valores de sus atributos $Y_1, Y_2, \dots, Y_n, Z_1, Z_2, \dots, Z_n$ son tuplas de B.
- ❖ El "natural join" es el más común de los operadores de join, y generalmente viene llamado "join".

Semántica de los Operadores del Álgebra Relacional: Natural Join (cont.)

- ❖ Join completo

A

Parte	Nombre	Material	Productor	Stock bodega	Stock en tránsito
P5	Perno	Acero	ABC	5.000	10.000
P6	Cáncamo	Acero	XYZ	12.000	5.000
P7	Tuerca	Acero	FGH	24.000	0
P9	Clavo	Titanio	ABC	9.000	2.000

B

Material	Tipo
Acero	Inox
Acero	Galv
Titanio	High

$A \bowtie B$

Parte	Nombre	Material	Productor	Stock bodega	Stock en tránsito	Tipo
P5	Perno	Acero	ABC	5.000	10.000	Inox
P5	Perno	Acero	ABC	5.000	10.000	Galv
P6	Cáncamo	Acero	XYZ	12.000	5.000	Inox
P6	Cáncamo	Acero	XYZ	12.000	5.000	Galv
P7	Tuerca	Acero	FGH	24.000	0	Inox
P7	Tuerca	Acero	FGH	24.000	0	Galv
P9	Clavo	Titanio	ABC	9.000	2.000	High

Semántica de los Operadores del Álgebra Relacional: Natural Join (cont.)

- ❖ Join completo

A

Parte	Nombre	Material	Productor	Stock bodega	Stock en tránsito
P5	Perno	Acero	ABC	5.000	10.000
P6	Cáncamo	Acero	XYZ	12.000	5.000
P7	Tuerca	Acero	FGH	24.000	0
P9	Clavo	Titanio	ABC	9.000	2.000

B

Productor	País
ABC	Chile
FGH	Italia
XYZ	México

$A \bowtie B$

Parte	Nombre	Material	Productor	Stock bodega	Stock en tránsito	País
P5	Perno	Acero	ABC	5.000	10.000	Chile
P6	Cáncamo	Acero	XYZ	12.000	5.000	México
P7	Tuerca	Acero	FGH	24.000	0	Italia
P9	Clavo	Titanio	ABC	9.000	2.000	Chile

Semántica de los Operadores del Álgebra Relacional: Natural Join (cont.)

❖ Join incompleto:

A						B	
Parte	Nombre	Material	Productor	Stock bodega	Stock en tránsito	Productor	País
P5	Perno	Acero	ABC	5.000	10.000	ABC	Chile
P6	Cáncamo	Acero	XYZ	12.000	5.000	QRS	Italia
P7	Tuerca	Acero	FGH	24.000	0	XYZ	México
P9	Clavo	Titanio	ABC	9.000	2.000		

$A \bowtie B$						
Parte	Nombre	Material	Productor	Stock bodega	Stock en tránsito	País
P5	Perno	Acero	ABC	5.000	10.000	Chile
P6	Cáncamo	Acero	XYZ	12.000	5.000	México
P9	Clavo	Titanio	ABC	9.000	2.000	Chile

Semántica de los Operadores del Álgebra Relacional: Natural Join (cont.)

❖ Join incompleto (vacío)

A						B	
Parte	Nombre	Material	Productor	Stock bodega	Stock en tránsito	Productor	País
P5	Perno	Acero	ABC	5.000	10.000	DEF	Francia
P6	Cáncamo	Acero	XYZ	12.000	5.000	IJK	Perú
P7	Tuerca	Acero	FGH	24.000	0	LMN	Austria
P9	Clavo	Titanio	ABC	9.000	2.000		

$A \bowtie B$						
Parte	Nombre	Material	Productor	Stock bodega	Stock en tránsito	País

Semántica de los Operadores del Álgebra Relacional: Theta-Join/Equi-Join

❖ θ -Join (\bowtie_p): dadas las relaciones A y B , y p un predicado bien definido, el θ -Join de A y B , escrito como $A \bowtie_p B$, es la relación que contiene los atributos de A y de B y cuyas tuplas son el conjunto de todas las parejas constituidas por una tupla de A y una tupla de B para las cuales el predicado p es verdadero.

El predicado p tiene la forma $X \theta Y$, donde X es un atributo de A , Y es un atributo de B , y θ es un operador (típicamente $=$, $>$, $<$, etc.) de modo que $X \theta Y$ está bien definido.

❖ Equi-Join: caso particular de θ -Join, en el cual θ es el operador de igualdad ($=$)

Semántica de los Operadores del Álgebra Relacional: Theta-Join/Equi-Join

A			B	
Mercado	Nombre	Requerimiento	Productor	Disponibilidad
M1	Talca	1000	S1	1300
M2	Paris	2000	S2	1800
M3	Londres	1200	S3	1000

$A \bowtie_{\text{Requerimiento} \leq \text{Disponibilidad}} B$				
Mercado	Nombre	Requerimiento	Productor	Disponibilidad
M1	Talca	1000	S1	1300
M1	Talca	1000	S2	1800
M1	Talca	1000	S3	1000
M3	Londres	1200	S1	1300
M3	Londres	1200	S2	1800